

## IMPLEMENTASI KONSEP *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) 5D, DAN *SCHEDULE SIMULATION* PADA PEKERJAAN STRUKTUR PROYEK GEREJA *THE CORE- NDC* PIK II TANGERANG, BANTEN

Rafi Shafwan Masri<sup>1</sup>,  
Universitas Bung Hatta  
[rafishafwan57@gmail.com](mailto:rafishafwan57@gmail.com)

Putranesia<sup>2</sup>,  
Universitas Bung Hatta  
[putranesia@bunghatta.ac.id](mailto:putranesia@bunghatta.ac.id)

### ABSTRAK

Industri konstruksi kerap menghadapi permasalahan keterlambatan proyek, pembengkakan biaya, serta koordinasi antar-stakeholder yang kurang optimal akibat penggunaan metode perencanaan konvensional berbasis gambar 2D. Penelitian ini bertujuan mengimplementasikan konsep *Building Information Modeling* (BIM) 5D serta simulasi penjadwalan (*schedule simulation*) pada pekerjaan struktur Gereja The Core-NDC PIK II Tangerang, Banten. Metode penelitian meliputi pemodelan struktur menggunakan Tekla Structures untuk menghasilkan model 3D, perhitungan *Quantity Take Off* (QTO), estimasi biaya melalui *Bill of Quantity* (BOQ), serta integrasi data penjadwalan proyek menggunakan MS Project dan simulasi visualisasi 4D dengan Autodesk Navisworks. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemodelan struktur dengan Tekla Structures mampu menghasilkan visualisasi detail yang akurat serta mempercepat proses QTO secara otomatis. Perhitungan BOQ berdasarkan data QTO memberikan estimasi biaya yang lebih efisien dibanding metode manual. Integrasi model 3D dengan jadwal proyek menghasilkan simulasi konstruksi 4D yang mempermudah analisis durasi, alur pekerjaan, serta deteksi potensi konflik. Secara keseluruhan, penerapan BIM 5D terbukti meningkatkan akurasi perencanaan, efektivitas pengendalian biaya, serta efisiensi penjadwalan proyek. Penelitian ini merekomendasikan penerapan BIM pada proyek konstruksi serupa untuk meminimalkan risiko keterlambatan, meningkatkan transparansi data, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis simulasi.

**Kata Kunci:** *Building Information Modeling*, BIM 5D, *Quantity Take Off*, *Bill of Quantity*, *Schedule Simulation*

### ABSTRACT

*The construction industry often faces challenges such as project delays, cost overruns, and poor coordination among stakeholders, largely due to conventional 2D-based planning methods. This research aims to implement the concept of Building Information Modeling (BIM) 5D and schedule simulation in the structural works of The Core-NDC Church Project, PIK II, Tangerang, Banten. The methodology includes structural modeling using Tekla Structures to develop a 3D model, performing Quantity Take Off (QTO), estimating costs through the Bill of Quantity (BOQ), and integrating project scheduling data using MS Project, followed by 4D simulation with Autodesk Navisworks. The results indicate that Tekla Structures enables detailed and accurate 3D modeling while significantly streamlining the QTO process. BOQ*

*calculations derived from the QTO data provide more efficient and reliable cost estimates compared to conventional methods. Furthermore, the integration of the 3D model with the project schedule produces a 4D construction simulation, enhancing analysis of project duration, workflow sequences, and potential conflict detection. Overall, the application of BIM 5D improves planning accuracy, cost control effectiveness, and scheduling efficiency. This study recommends the broader adoption of BIM in similar construction projects to minimize delays, improve data transparency, and support decision-making through simulation-based analysis..*

**Keywords:** *Building Information Modeling, BIM 5D, Quantity Take Off, Bill of Quantity, Schedule Simulation*

## PENDAHULUAN

Industri konstruksi memiliki peran penting dalam pembangunan infrastruktur, namun sering menghadapi tantangan berupa keterlambatan proyek, pembengkakan biaya, dan koordinasi antar-stakeholder yang tidak optimal. Permasalahan ini umumnya disebabkan oleh keterbatasan metode perencanaan konvensional berbasis gambar 2D dan dokumen terpisah yang rentan menimbulkan fragmentasi informasi, kesalahan, serta revisi berulang di lapangan. Kondisi tersebut berdampak pada penurunan mutu, peningkatan biaya, dan keterlambatan penyelesaian proyek.

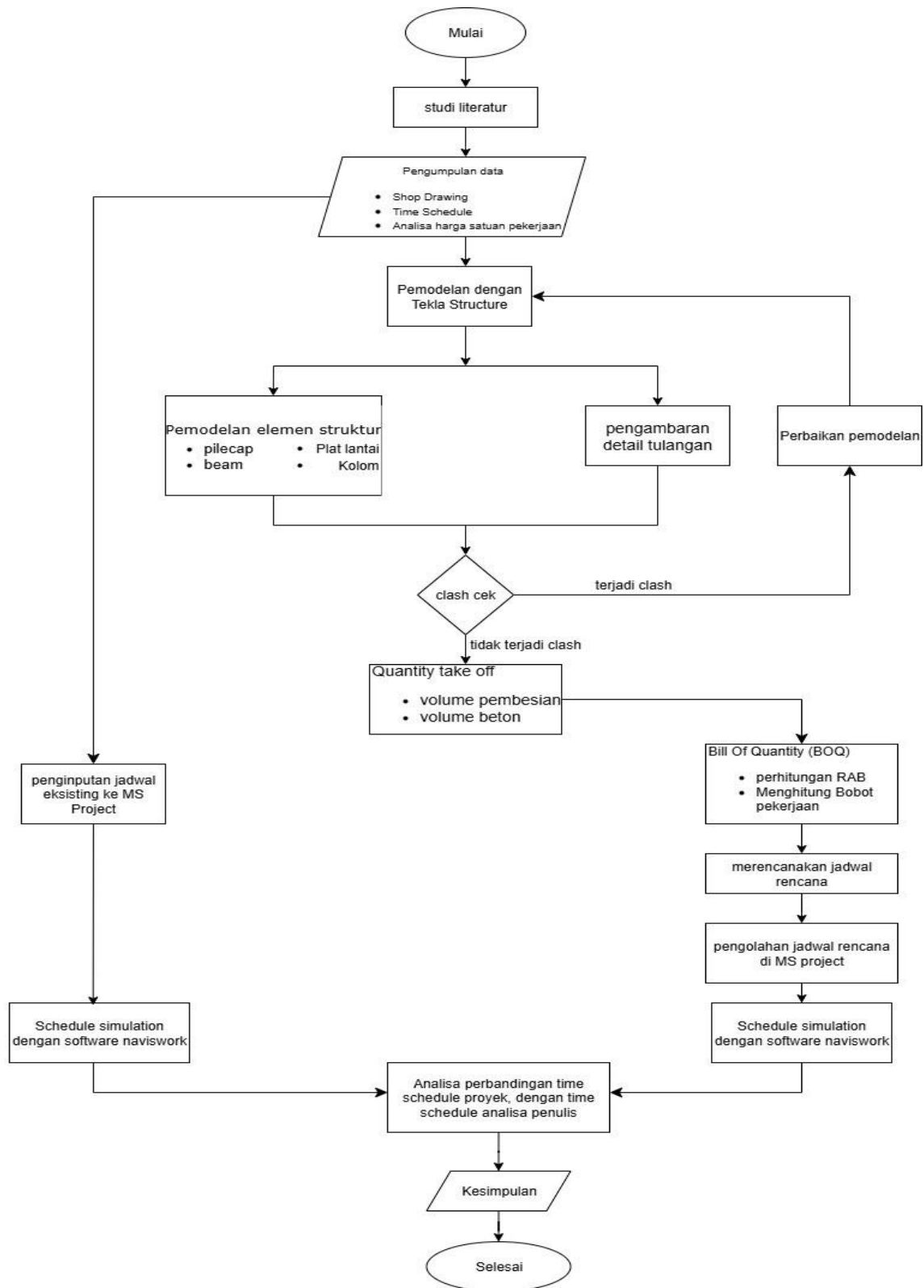
Perkembangan teknologi digital menghadirkan Building Information Modeling (BIM) sebagai solusi inovatif dalam industri konstruksi. BIM tidak hanya menampilkan model visual tiga dimensi, tetapi juga mencakup informasi menyeluruh terkait fungsi bangunan sepanjang siklus hidupnya (Eastman dkk., 2021). Lebih jauh, integrasi BIM dengan dimensi waktu (4D) dan biaya (5D) memungkinkan visualisasi penjadwalan, estimasi biaya yang lebih akurat, serta deteksi konflik (clash detection) yang efektif (Simatupang dkk., 2020). Implementasi ini terbukti meningkatkan kualitas perencanaan, efisiensi pengendalian proyek, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data (BIM PUPR, 2018).

Meskipun demikian, penerapan BIM di Indonesia masih terbatas dan cenderung baru diadopsi pada proyek-proyek tertentu yang berskala besar. Sejak diberlakukannya Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2021, penggunaan BIM diwajibkan pada bangunan gedung sedang hingga sangat tinggi, sehingga studi penerapannya menjadi semakin relevan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada implementasi BIM 5D dan schedule simulation pada pekerjaan struktur Proyek Gereja The Core-NDC PIK II Tangerang, Banten. Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan bagaimana BIM dapat meningkatkan akurasi Quantity Take Off (QTO), perhitungan Bill of Quantity (BOQ), estimasi biaya, serta efisiensi penjadwalan dalam proyek konstruksi di Indonesia.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus pada pekerjaan struktur Proyek Gereja The Core-NDC PIK II, Tangerang, Banten. Lokasi proyek berada di Jalan M.H. Thamrin, Kosambi Barat, Kabupaten Tangerang, dengan luas lahan 20.159 m<sup>2</sup> dan luas bangunan 111.874 m<sup>2</sup> yang terdiri atas tujuh lantai. Pemilihan objek ini didasarkan pada ketentuan PP No. 16 Tahun 2021 yang mewajibkan penggunaan BIM pada bangunan sedang hingga sangat tinggi.

Data penelitian yang digunakan meliputi data teknis proyek seperti dimensi struktur, mutu material, sistem pondasi, serta tulangan; shop drawing yang dijadikan acuan pemodelan elemen struktur pilecap, tie beam, kolom, balok, dan pelat lantai; serta data time schedule proyek sebagai dasar integrasi penjadwalan dengan model BIM.



**Gambar 1. Bagan Alir Penelitian**

Tahapan penelitian dimulai dengan studi literatur untuk memperdalam pemahaman mengenai BIM, Quantity Take Off (QTO), Bill of Quantity (BOQ), dan penjadwalan proyek (Succar, 2009; Eastman dkk., 2021; BIM PUPR, 2018). Selanjutnya dilakukan pemodelan struktur menggunakan Tekla Structures, di mana model 3D dilengkapi dengan detail pembesian. Setelah itu, dilakukan *clash check* untuk mendeteksi potensi konflik antar elemen struktur. Hasil pemodelan kemudian digunakan untuk menghasilkan QTO yang dihitung otomatis melalui Tekla Structures dan diturunkan menjadi estimasi biaya melalui BOQ dengan mengacu pada analisis harga satuan pekerjaan berdasarkan Permen PUPR No. 28/PRT/M/2016.

Tahap berikutnya adalah perencanaan penjadwalan, yang dilakukan dengan menghitung produktivitas tenaga kerja untuk menentukan durasi pekerjaan. Jadwal proyek disusun menggunakan MS Project dan selanjutnya diintegrasikan dengan model 3D ke dalam Autodesk Navisworks untuk menghasilkan simulasi konstruksi berbasis BIM 4D. Pada tahap akhir, hasil simulasi dibandingkan dengan time schedule proyek aktual untuk mengevaluasi efektivitas penerapan BIM dalam meningkatkan akurasi estimasi biaya dan efisiensi penjadwalan.

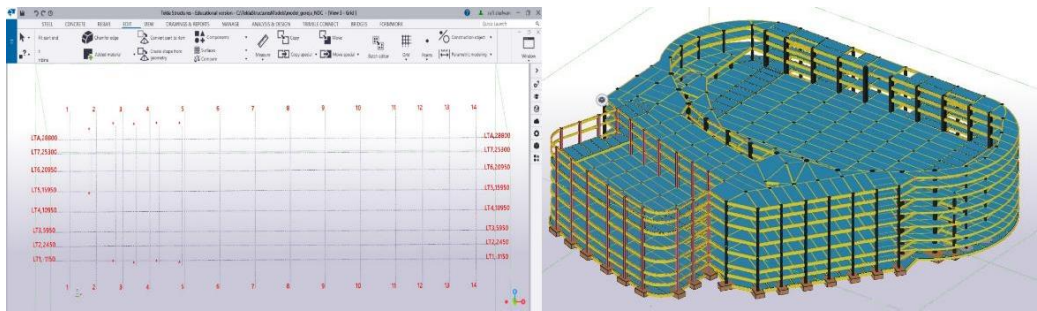
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Pemodelan Struktur dengan Tekla Structures**

Pemodelan struktur pada penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Tekla Structures 2024 berdasarkan data teknis dan shop drawing proyek Gereja The Core-NDC PIK II Tangerang. Elemen struktur yang dimodelkan meliputi pilecap, tie beam, kolom, balok, dan pelat lantai pada tujuh lantai bangunan. Proses pemodelan diawali dengan pembuatan grid sesuai dengan as bangunan, kemudian dilanjutkan dengan pemodelan elemen-elemen struktur beton bertulang.

Hasil pemodelan menunjukkan bahwa Tekla Structures mampu merepresentasikan detail elemen dengan presisi tinggi, termasuk dimensi penampang, jumlah tulangan utama, tulangan sengkang, serta detail sambungan antar elemen. Model 3D yang dihasilkan tidak hanya menampilkan representasi visual, tetapi juga menyimpan informasi teknis yang terintegrasi sehingga dapat langsung digunakan untuk proses Quantity Take Off (QTO) dan pembuatan shop drawing.

Keunggulan lain dari pemodelan ini adalah kemampuannya menghasilkan dokumentasi teknis secara otomatis, seperti gambar detail pembesian dan jadwal pembengkokan tulangan, yang biasanya membutuhkan waktu lebih lama bila dilakukan secara manual. Selain itu, model 3D yang akurat mempermudah koordinasi antar-stakeholder, karena dapat divisualisasikan secara lebih realistis dibandingkan gambar 2D. Dengan demikian, pemodelan struktur menggunakan Tekla Structures terbukti meningkatkan efisiensi perencanaan, meminimalkan kesalahan desain, serta menjadi dasar yang kuat untuk tahapan analisis berikutnya seperti clash detection, QTO, dan simulasi penjadwalan.



**Gambar 2. Tampilan Grid Elevasi dan Model keseluruhan struktur.**

**Tabel 1. Data Teknis Pemodelan Struktur**

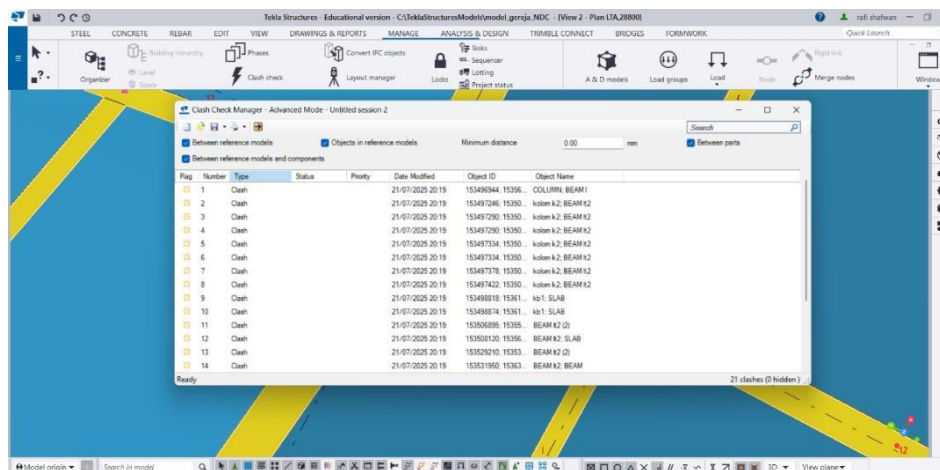
Elemen Struktur	Dimensi Tipikal	Mutu Beton	Mutu Baja
Kolom	70 × 70 cm	fc' 35 MPa	BJTS 420B
Balok	35 × 70 cm	fc' 35 MPa	BJTS 420B
Pelat lantai	12–15 cm	fc' 35 MPa	BJTS 420B
Pilecap	432 × 800 cm	fc' 35 MPa	BJTS 420B

## 2. Clash check

Tahap berikutnya setelah pemodelan struktur adalah melakukan clash detection untuk memeriksa potensi konflik antar elemen yang dimodelkan. Proses ini dilakukan dengan memanfaatkan fitur pemeriksaan benturan (*clash check*) pada Tekla Structures, yang memungkinkan identifikasi dini terhadap kesalahan desain, seperti tumpang tindih antar elemen struktur atau ketidaksesuaian posisi tulangan.

Hasil pemeriksaan menunjukkan adanya beberapa potensi benturan pada elemen pembesian, khususnya antara tulangan balok dengan tulangan kolom pada area sambungan. Selain itu, ditemukan pula ketidaksesuaian posisi sengkang pada balok yang berpotensi mengganggu pemasangan tulangan utama. Kesalahan-kesalahan tersebut dapat segera diperbaiki pada tahap pemodelan, sehingga tidak menimbulkan masalah saat pelaksanaan konstruksi di lapangan.

Penerapan *clash detection* ini memberikan keuntungan signifikan dibandingkan metode konvensional yang hanya mengandalkan gambar 2D. Dengan model 3D, kesalahan dapat dideteksi secara visual dan terukur sebelum proyek dilaksanakan, sehingga risiko pekerjaan ulang (*rework*) dapat ditekan. Hal ini berdampak langsung pada efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan proyek. Dengan demikian, *clash detection* menjadi salah satu tahap penting dalam implementasi BIM, karena mampu meningkatkan kualitas perencanaan sekaligus mengurangi potensi keterlambatan dan pembengkakan biaya proyek.



Gambar 3. Hasil Clash Cek Model

Hasil dari clash cek menunjukkan bahwa benturan paling banyak terjadi pada sambungan antar tulangan. Kondisi ini wajar terjadi karena area sambungan merupakan titik kritis yang memiliki kepadatan pembesian tinggi, sehingga clash pada tulangan dapat diizinkan. Clash yang harus diperbaiki dahulu ialah clash yang terjadi pada sambungan elemen-elemen struktur.

Seluruh benturan pada elemen struktur dapat segera diperbaiki pada tahap pemodelan dengan melakukan part cut terhadap elemen yang mengalami benturan, sehingga mengurangi kesalahan dalam menghitung QTO, *clash detection* terbukti efektif dalam mengurangi potensi kesalahan desain, meminimalkan pekerjaan ulang (*rework*), serta meningkatkan efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan proyek.

### 3. Quantity Take Off dan Bill Of Quantity

Setelah diperoleh data kuantitas melalui pemodelan BIM, tahap selanjutnya adalah menyusun estimasi biaya pekerjaan struktur dalam bentuk Bill of Quantity (BOQ). Penyusunan BOQ mengacu pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) berdasarkan Permen PUPR No. 28/PRT/M/2016, sehingga setiap item pekerjaan dapat dihitung sesuai standar yang berlaku.

Hasil estimasi menunjukkan bahwa pekerjaan struktur utama meliputi beton, tulangan, dan bekisting. Perhitungan dilakukan dengan cara mengalikan volume pekerjaan yang dihasilkan dari pemodelan dengan harga satuan sesuai analisis.

Penyusunan BOQ berbasis BIM memberikan keunggulan dibandingkan metode konvensional, karena perubahan desain pada model dapat secara otomatis memperbarui volume dan estimasi biaya tanpa perlu melakukan perhitungan ulang manual. Selain itu, detail biaya dapat ditelusuri hingga ke setiap elemen struktur, sehingga pengendalian anggaran menjadi lebih transparan dan akurat.

**Tabel 3. Ringkasan Estimasi Biaya (BOQ)**

No	Item Pekerjaan	Harga	Bobot
1	Pekerjaan struktur lantai 1	Rp 40,468,035,112	27.87%
2	Pekerjaan struktur lantai 2	Rp 18,818,806,928	12.96%
3	pekerjaan struktur lantai 3	Rp 20,885,555,042	14.38%
4	pekerjaan struktur lantai 4	Rp 20,224,849,694	13.93%
5	pekerjaan struktur lantai 5	Rp 19,572,992,370	13.48%
6	pekerjaan struktur lantai 6	Rp 11,985,044,587	8.25%
7	pekerjaan struktur lantai 7	Rp 7,616,277,310	5.25%
8	pekerjaan struktur lantai atap	Rp 5,626,646,179	3.88%
	TOTAL	Rp 145,198,207,222	100%

#### 4. Perencanaan Penjadwalan

Perencanaan penjadwalan merupakan salah satu tahapan penting dalam pengendalian proyek konstruksi, karena berfungsi sebagai acuan dalam mengatur urutan pekerjaan, alokasi sumber daya, serta estimasi durasi proyek. Pada penelitian ini, penyusunan jadwal dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Project, dengan dasar produktivitas tenaga kerja dan urutan pekerjaan struktur yang telah dimodelkan sebelumnya.

Tahapan perencanaan diawali dengan identifikasi seluruh item pekerjaan struktur, seperti pekerjaan pilecap, tie beam, kolom, balok, dan pelat lantai. Setiap item kemudian dianalisis durasinya berdasarkan volume pekerjaan dan produktivitas pekerja sesuai standar SNI maupun analisis harga satuan pekerjaan (AHSP). Hasil perhitungan durasi tersebut dimasukkan ke dalam MS Project untuk membentuk network diagram dan bar chart (Gantt chart), sehingga hubungan ketergantungan antar aktivitas dapat terlihat dengan jelas.

Selanjutnya, jadwal yang telah disusun diintegrasikan dengan model 3D struktur melalui perangkat lunak Autodesk Navisworks, sehingga menghasilkan simulasi visualisasi konstruksi berbasis BIM 4D. Simulasi ini memungkinkan setiap tahapan pekerjaan divisualisasikan dalam dimensi waktu, sehingga progress pembangunan dapat dipantau secara lebih realistis.

Perbandingan antara jadwal hasil analisis dan jadwal proyek aktual menunjukkan adanya perbedaan durasi pada beberapa item pekerjaan. Hal ini terutama disebabkan oleh produktivitas tenaga kerja di lapangan yang tidak selalu sama dengan asumsi perhitungan. Meski demikian, penggunaan BIM 4D terbukti membantu dalam mengidentifikasi potensi keterlambatan lebih awal, serta memudahkan pihak manajemen proyek dalam menyusun strategi percepatan (*crash program*) bila diperlukan.

**Tabel 4. Rekapitulasi Rencana Penjadwalan Pekerjaan Struktur Proyek Gereja NDC**

No	Item Pekerjaan	Durasi	Satuan	Jumlah Tenaga Kerja	Satuan
1	<b>Pekerjaan Struktur Lantai 1</b>				
	Pile Cap – Pembesian	47	minggu	25	orang
	Pile Cap – Beton	46	minggu	26	orang
	Tie Beam – Pembesian	42	minggu	10	orang
	Tie Beam – Beton	41	minggu	4	orang
	Kolom – Pembesian	43	minggu	15	orang
	Kolom – Beton	42	minggu	2	orang

	Pelat lantai – Pembesian	40	minggu	6	orang
	Pelat Lantai – Beton	40	minggu	8	orang
<b>2</b>	<b>Pekerjaan Struktur Lantai 2</b>				
	Kolom – Pembesian	40	minggu	9	orang
	Kolom – Beton	42	minggu	2	orang
	Beam – Pembesian	46	minggu	12	orang
	Beam – Beton	48	minggu	5	orang
	Pelat lantai – Pembesian	44	minggu	8	orang
	Pelat Lantai – Beton	45	minggu	9	orang
<b>3</b>	<b>Pekerjaan Struktur Lantai 3</b>				
	Kolom – Pembesian	47	minggu	11	orang
	Kolom – Beton	48	minggu	2	orang
	Beam – Pembesian	48	minggu	12	orang
	Beam – Beton	48	minggu	5	orang
	Pelat lantai – Pembesian	48	minggu	7	orang
	Pelat Lantai – Beton	47	minggu	8	orang
<b>4</b>	<b>Pekerjaan Struktur Lantai 4</b>				
	Kolom – Pembesian	48	minggu	11	orang
	Kolom – Beton	48	minggu	2	orang
	Beam – Pembesian	48	minggu	10	orang
	Beam – Beton	46	minggu	5	orang
	Pelat lantai – Pembesian	48	minggu	7	orang
	Pelat Lantai – Beton	48	minggu	8	orang
<b>5</b>	<b>Pekerjaan Struktur Lantai 5</b>				
	Kolom – Pembesian	42	minggu	8	orang

Kolom – Beton	42	minggu	2	orang
Beam – Pembesian	47	minggu	12	orang
Beam – Beton	48	minggu	5	orang
Pelat lantai – Pembesian	47	minggu	8	orang
Pelat Lantai – Beton	47	minggu	8	orang
<b>6 Pekerjaan Struktur Lantai 6</b>				
Kolom – Pembesian	35	minggu	8	orang
Kolom – Beton	33	minggu	2	orang
Beam – Pembesian	40	minggu	9	orang
Beam – Beton	41	minggu	4	orang
Pelat lantai – Pembesian	39	minggu	5	orang
Pelat Lantai – Beton	41	minggu	5	orang
<b>7 Pekerjaan Struktur Lantai 7</b>				
Kolom – Pembesian	26	minggu	6	orang
Kolom – Beton	24	minggu	2	orang
Beam – Pembesian	35	minggu	7	orang
Beam – Beton	36	minggu	3	orang
Pelat lantai – Pembesian	31	minggu	4	orang
Pelat Lantai – Beton	32	minggu	4	orang
<b>8 Pekerjaan Struktur Lantai Atap</b>				
Beam – Pembesian	35	minggu	7	orang
Beam – Beton	36	minggu	3	orang
Pelat lantai – Pembesian	30	minggu	4	orang
Pelat Lantai – Beton	32	minggu	4	orang
<b>TOTAL</b>	<b>TENAGA</b>		<b>349</b>	orang
<b>KERJA</b>				

## 5. Pengolahan Data Penjadwalan dengan Software MS Project

Setelah diperoleh data durasi dan kebutuhan tenaga kerja untuk setiap item pekerjaan struktur, tahap selanjutnya adalah melakukan pengolahan data menggunakan Microsoft Project. Tujuan penggunaan perangkat lunak ini adalah untuk menghasilkan perencanaan jadwal yang terstruktur, menampilkan hubungan antar aktivitas, serta mempermudah analisis jalur kritis proyek.

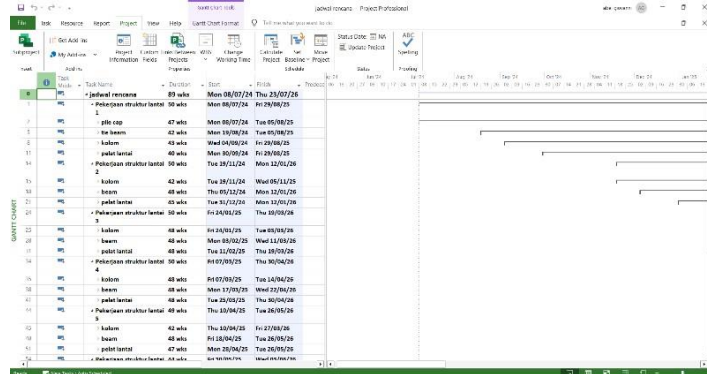
Langkah pertama dilakukan dengan input data aktivitas berdasarkan tabel rekapitulasi pekerjaan struktur, meliputi pekerjaan pilecap, tie beam, kolom, balok, dan pelat lantai pada masing-masing tingkat bangunan. Setiap aktivitas diberikan durasi sesuai hasil perhitungan produktivitas tenaga kerja. Selanjutnya dilakukan penentuan hubungan ketergantungan (dependency) antar aktivitas, misalnya pekerjaan pembesian harus diselesaikan sebelum pengecoran beton dilakukan.

Pengolahan data penjadwalan di MS Project dilakukan dengan dua sesi, dimana sesi pertama merupakan pengolahan jadwal rencana, dan yang kedua pengolahan jadwal eksisting, ini

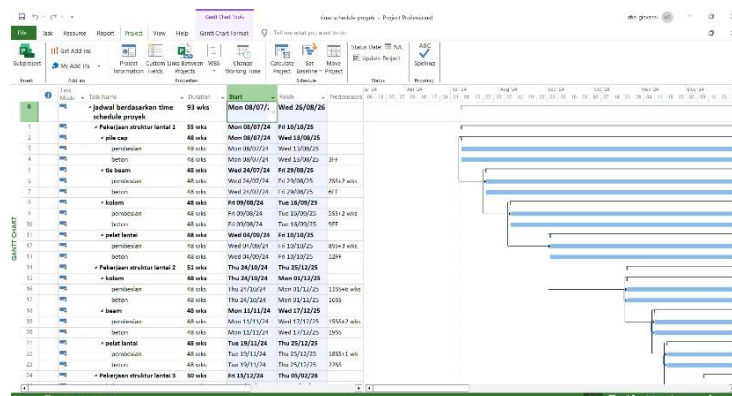
bertujuan untuk menganalisa perbandingan antara time schedule eksisting dengan time schedule rencana yang akan dilakukan nantinya.

Hasil pengolahan data di MS Project menghasilkan Gantt Chart yang menunjukkan urutan serta durasi setiap aktivitas, serta network diagram yang menggambarkan alur hubungan antar pekerjaan. Dari hasil analisis, diperoleh jalur kritis (critical path) yang menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Dengan adanya pengolahan data ini, penjadwalan proyek menjadi lebih sistematis, akurat, serta dapat diintegrasikan dengan model BIM untuk simulasi 4D scheduling pada tahap berikutnya.



Gambar 3. Penginputan Time Schedule rencana Ke Software MS. Project



Gambar 4. Penginputan Time Schedule Eksisting Ke Software MS. Project

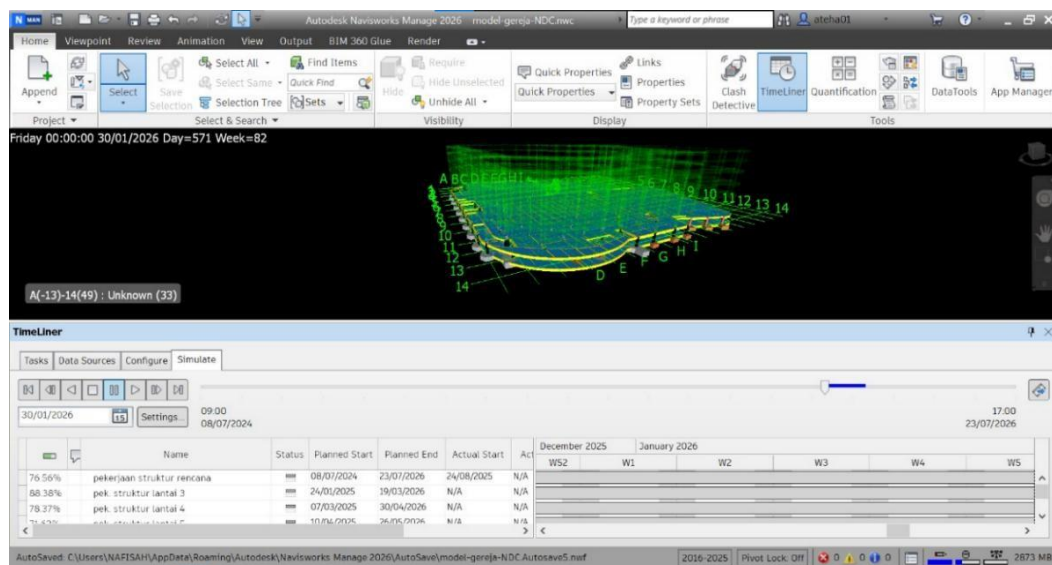
## 6. Implementasi BIM 4D

Setelah penjadwalan proyek disusun dengan menggunakan Microsoft Project, langkah berikutnya adalah melakukan integrasi dengan model 3D yang telah dibuat. Proses ini menghasilkan simulasi BIM 4D, yaitu pemodelan yang menggabungkan elemen geometris (3D) dengan dimensi waktu (schedule). Integrasi dilakukan dengan bantuan Autodesk Navisworks Manage, yang memiliki fitur TimeLiner untuk menyinkronkan aktivitas pekerjaan dengan elemen bangunan dalam model.

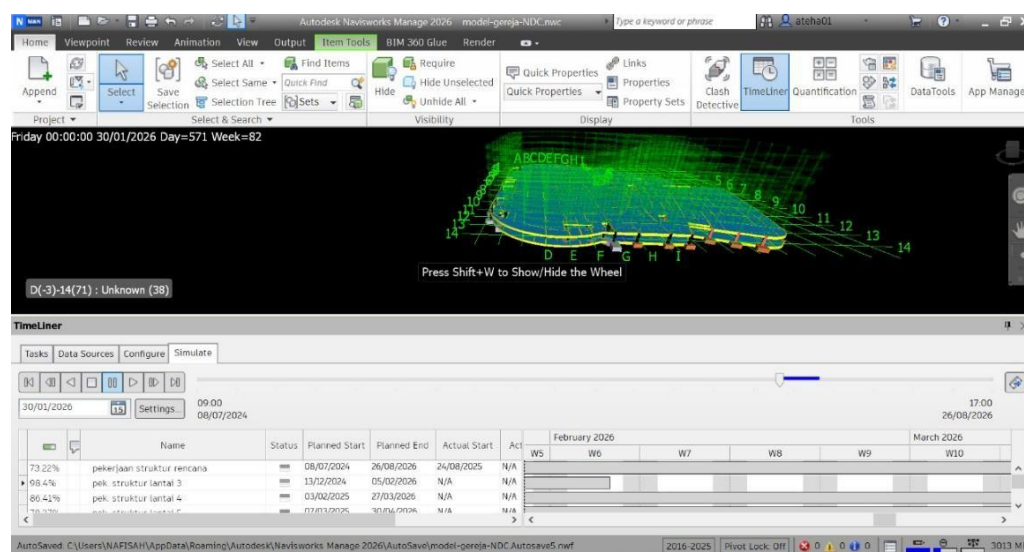
Tahapan integrasi diawali dengan mengimpor file jadwal dari MS Project ke dalam Navisworks. Selanjutnya, setiap aktivitas pada jadwal dihubungkan (linking) dengan komponen struktur yang relevan dalam model 3D, seperti pile cap, tie beam, kolom, balok, dan pelat lantai pada masing-masing tingkat. Setelah seluruh aktivitas terhubung, Navisworks dapat menghasilkan simulasi visual perkembangan proyek dari awal hingga akhir sesuai timeline yang ditentukan.

Hasil simulasi 4D memperlihatkan bagaimana setiap elemen bangunan dikerjakan secara berurutan, sesuai jadwal yang telah disusun. Dengan adanya visualisasi ini, pihak manajemen proyek dapat memantau keterkaitan antar pekerjaan, mengidentifikasi potensi keterlambatan, serta menyusun strategi percepatan (crash program) bila diperlukan. Selain itu, simulasi ini juga mempermudah komunikasi antara perencana, kontraktor, dan pemilik proyek karena progres konstruksi divisualisasikan secara nyata.

Dibandingkan dengan metode penjadwalan konvensional yang hanya berupa bar chart atau network diagram, BIM 4D memberikan nilai tambah berupa visualisasi interaktif. Dengan demikian, penerapan BIM 4D menggunakan Autodesk Navisworks terbukti mampu meningkatkan efisiensi dalam perencanaan, pengendalian, serta evaluasi jadwal proyek konstruksi.



**Gambar 5. Hasil Schedule Simulation dengan Time Schedule Rencana**



**Gambar 6. Hasil Schedule Simulation dengan Time Schedule Eksisiting**

## 7. Analisa Perbandingan Time Schedule Rencana Dan Time Schedule Eksisting

Schedule simulation yang telah dilaksanakan memaparkan hasil, Dimana simulasi yang dilakukan dengan menggunakan jadwal yang direncanakan didapatkan hasil pada tanggal 30 Januari 2026 progres pekerjaan struktur telah selesai sekitar 76,56%, dengan menggunakan total tenaga kerja 349 orang.

Simulasi penjadwalan kedua, dengan menggunakan jadwal eksisting didapatkan hasil pada tanggal 30 Januari 2026, progres pekerjaan struktur telah selesai sekitar 73,22%, dengan menggunakan tenaga kerja sebanyak 350 orang.

Berdasarkan hasil dari schedule simulation didapatkan hasil bahwasanya penjadwalan yang dilakukan berdasarkan jadwal yang penulis rencanakan lebih efisien dari segi waktu, dan manpower.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, penerapan Building Information Modeling (BIM) terbukti memberikan manfaat signifikan dalam mendukung proses perencanaan dan pengendalian proyek konstruksi. Integrasi model 3D dengan penjadwalan yang diolah melalui Microsoft Project menghasilkan simulasi BIM 4D pada Autodesk Navisworks, sehingga urutan pekerjaan dapat divisualisasikan secara lebih jelas. Hal ini mempermudah analisis jalur kritis, meminimalisasi risiko keterlambatan, serta meningkatkan koordinasi antar pihak yang terlibat dalam proyek.

Selain itu, pengolahan estimasi biaya melalui BIM 5D mampu memberikan hasil yang lebih akurat, karena setiap perubahan volume pekerjaan atau jadwal secara otomatis memengaruhi nilai total anggaran. Integrasi biaya, waktu, dan model 3D menjadikan proses pengendalian proyek lebih efektif, efisien, dan transparan. Dengan demikian, penerapan BIM 4D dan 5D dapat dijadikan pendekatan yang relevan untuk meningkatkan kualitas manajemen konstruksi sekaligus mendukung penerapan teknologi modern dalam industri konstruksi..

## DAFTAR PUSTAKA

- Belete, H. G., & Gabore, N. Y. (2020). A phenomenological study of the perceptions towards BIM adoption barriers and strategies in Ethiopian context. *American Journal of Civil Engineering and Architecture*, 8(3), 78–90. <https://doi.org/10.12691/ajcea-8-3-1>.
- Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (Eds.). (2018). *Building Information Modeling: Technology Foundations and Industry Practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3>.
- Eastman, C. M., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). *BIM handbook: A guide to Building Information Modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors* (1st ed.). John Wiley & Sons.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). (2018). *Roadmap Implementasi Building Information Modelling (BIM) 2018–2025*. Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PUPR Republik Indonesia

- Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM handbook: A guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Simatupang, P. H., Sir, T. M. W., & Waddu, V. A. (2020). Integrasi program Tekla Structures dan SAP2000 dalam perencanaan gedung beton struktural. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 1–14
- Succar, B. (2009). Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357–375. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003>.
- Zhang, S., Teizer, J., Lee, J. K., Eastman, C. M., & Venugopal, M. (2013). Building Information Modeling (BIM) and safety: Automatic safety checking of construction models and schedules. *Automation in Construction*, 29, 183–195. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2012.05.006>.